稻之生長及各重要農藝性狀對日長與溫度之反應[1]

張　　德　　梅[2]

摘要　利用本省各地區最適的栽培稻十七個品種爲材料，在民國62年９月20日至63年８月20日之間，每月種植一次。在生育各期分別調查在不同日長與溫度下之分蘗及株高增加速度與生育日數之變化情形，並藉岡氏（1953）方法測定水稻之感光性及感溫性。

感光性之强弱在同一品種中，常因日長之不同而異，而本省栽培稻之感光性强度，在本試驗中，無一超過感光强度45°者，故屬中感及鈍感品種。

溫度對稉稻之影響較大，每當溫度昇高 1°C 時，對一般成長之促進率爲６％，對花芽形成之促進率爲３％。尤以秧苗期之影響最大，秧苗期之平均溫度在 15°C～16°C時，秧苗期日數爲31日～57日；如溫度增高至28°C（６月、７月、８月）則秧苗期日數減至８日～15日。

分蘗期中之溫度在 18°C～27°C 之間時，分蘗增加速度隨溫度之昇高而增加，每當溫度昇高 1°C 時，對分蘗速度之促進率爲７％，分蘗期間之日數則因高溫而縮短，分蘗數及穗數減少。溫度對株高增加速度之促進率爲11％，但在高溫（27°C～28°C）之情況下，株高減低，生育日數亦縮短。本文對如何應用感光性與感溫性育成適合第二期作栽培之品種問題，亦曾加討論。

前　　言

影響水稻生長之因素，除了土壤、肥料、插秧密度等栽培條件外，其另一原因是受氣象環境因子之影響。本省一期作與二期作水稻產量之差異，即是明顯的例證。有關二期作產量低於一期作之研究，李、湯（1963）二氏嘗作詳盡探討，認爲氣象因子是主要限制原因。施（1964）研究大豆之光週反應，謂光期長短對於營養生長影響甚大，在長日照下，植株高度及節數均顯著增加。岡、盧（1953、1955）二氏報導：水稻生長期中之溫度介於 18°C～28°C 之間，在此範圍內，通常分蘗數在溫度愈低時愈增加，稈長則隨生育初期之低溫與節間伸長期之高溫而有增加之傾向。于、姚（1969）二氏研究水稻之光週反應，測定出多數品種之感光性指數，對於水稻栽培和育種時選擇親本作參考之貢獻甚大。上列諸氏對於作物光週之研究結果，大部份係採用人工控制日長及溫度而獲得。筆者採用岡、盧二氏（1953、1955）之方法，在自然環境下，研究本省各地區之最適栽培稻，在不同播種期之環境下，由於氣象因素所引起之生育日數之變化，以估算各品種之感光性，及不同種植期溫度對水稻生長之影響，以供水稻栽培之參考。

材料與方法

供試品種（系）計有臺農61號等十七個爲材料，其中臺北區有三品種，新竹區四品種，臺中區一品種，臺南區二品種，嘉義區三品系，高雄區三品種，花蓮區一品種。

利用上列材料，每月浸種一次，共計十二次，無論時序之變遷，每次浸種、育苗、移植栽培等均在自然環境下進行（冬天不保溫），種子發芽後，播種於塑膠盆內，待苗之本葉達四枚時，移植於本田，每品種二行，每行十株，單本植，行株距爲 25cm×25cm，一切管理爲臺灣慣行法。

本研究承國家科學委員會之補助，文成又蒙本所農藝系主任謝順景博士、劉大江博士詳予校正，謹誌謝忱。
1.試驗報告農試字第八〇七號。　2.臺灣省農業試驗所技佐。

試驗中各生育期之溫度，由本所氣象臺測定；日照時數（臺北之曙光上午時分、暮光下午時分，均以太陽到達地平下十二度之時刻爲準），由中央氣象局測定。

調查項目及方法如下：

1. 抽穗期：各期栽培中，均以每株最初抽出之一穗定爲該株之抽穗日，20株之抽穗日作一平均，定爲該品種在各期中之平均抽穗日。

2. 生育日數（Y）：各期栽培中，自浸種之第二日起至平均抽穗日止。

3. 日照時數（T）：花芽分化期間之平均日照時數（即自平均抽穗日倒數35日以前之16日內平均日照時數）。

4. 生育期內之平均溫度（X）：各期栽培中，自浸種之第六日起至平均抽穗日止，其間之平均溫度（以每日之平均溫度爲準）。

5. 幼穗分化期之平均溫度（Z）：各期栽培中，自平均抽穗日前35日～15日之20日間，每日之平均溫度。

6. 秧苗期日數（Y_1）：由浸種之第六日起至挿秧時之日數。

7. 秧苗期內之平均溫度（X_1）：由浸種之第六日起至插秧時止每日之平均溫度。

8. 分蘖開始前之總日數（Y_2）：由浸種之第二日起至分蘖開始日止。

9. 分蘖開始前之平均溫度（X_2）：由浸種後之第六日起至分蘖開始日止。

10. 分蘖共需之總日數（Y_3）：由分蘖達２～３支時起至分蘖數不再增加時止。

11. 分蘖共需總日數間之平均溫度（X_3）。

12. 株高（或苗長）平均一日增加數（Y_4）：每次栽培均由移植後株高達 12cm～14cm 時開始調查，每隔４日～６日一次，由地面量至葉尖（未抽穗前）或穗頂（抽穗後）之高度，至齊穗時止。株高平均一日增加數之求得，每次均由後一次所調查之株高減去前一次所調查者，再除以４或６即得。

13. 株高平均一日增加數內之平均溫度（X_4）。

14. 分蘖平均一日增加數（Y_5）：各期栽培中，每次均由移植後，分蘖達２～３支時起，每隔４日～６日調查一次，至分蘖完畢止。分蘖平均一日增加數之求得與株高一日增加數求法相同。

15. 分蘖平均一日增加數內之平均溫度（X_5）

16. 穗數（Y_6）：各期栽培中，收穫時之有效分蘖數（20株之平均）。

17. 株高（Y_7）：各期栽培中，收穫時之株高，除芒外，量至穗頂（單位：公分）。

試驗結果

一、感光性之測定：在水稻生育期中，記錄各品種於不同種植期中所有之平均抽穗期而定的生育日數，由於播種期不同所發生生育日數變化之差，與花芽分化期不同日照時數變化之差所得之比率，可測定該品種感光性强弱之程度。

由表１知，日照時數自四月起漸增，至八月二十二日止之後又漸漸縮短，因此生育日數亦由 197日漸減爲94日，以後變化很小，雖感光性强弱由日照時數之變化與生育日數變化而決定，但生育日數除受日照時數之影響外，另受溫度之影響則很大，由表２知在溫度變化不大之條件下，僅有五月與六月兩次浸種者，此兩次之抽穗期在８月至９月間，當時之溫度爲 27°C～28°C間變化不大，而日照時數則自八月二十二日以後漸漸縮短，致生育日數稍爲縮短，以此兩回栽培之結果，可求出感光性强度，依岡、盧（1953）之方法求出臺農61號品種之感光性强度如下：

$$感光性强弱之角度（Tangent）=\frac{生育日數變化之差（94日-82日）}{日照時數變化之差（15小時34分-15小時16分）}=\frac{12}{18}=$$

0.67，生育日數之單位爲「日」，日照時數之單位爲「分」，以下稱謂 Tangent Day Minute（T.

表1　不同種植期之日照時數對水稻抽穗期與生育日數之影響（臺農61號）

Table 1. The effect of planting date on the growth duration (days) and heading dates of rice as a result of day-length (hrs) change (Cultivar Tainung No. 61).

浸種期	9月20日	10月20日	11月20日	12月20日	1月20日	2月20日	3月20日	4月10日	5月20日	6月20日	7月20日	8月20日	平均 Mean
抽穗期	4月5日	4月18日	5月15日	5月30日	6月16日	6月28日	7月8日	7月21日	8月22日	9月10日	10月21日	11月8日	
生育日數(Y)	197	180	176	161	148	129	110	102	94	82	93	80	129.33
日照時數(T)	13時00分	13時19分	13時57分	14時19分	14時51分	15時05分	15時24分	15時32分	15時34分	15時16分	14時19分	13時46分	

D. M.），由所得 Tangent 之數值，查三角函數表，其角度爲 34°，依岡、盧之法則，大致可認定凡 T. D. M. 角度在 45°以上者爲强感光性，以下者爲弱感光性，即中感或鈍感品種。由此結果顯示臺農61號係中感品種。其餘各品種亦用同樣方法計算，其結果列於表4，表示栽培稻之感光性强度介於3°～43°間，全係中感與鈍感品種，適合於第Ⅰ、Ⅱ期作均可栽培，但並不適合於全年中每月均可栽培，由於浸種期不同，而生育日數發生變化受溫度之影響很大。

二、感溫性之測定：由感光性測定結果，知栽培稻對日照不太敏感，而生育日數之變化受溫度之影響很大，但生育期內之溫度對一般成長，及花芽分化期間之溫度對花芽之形成，此兩生長期之影響稍有不同。爲求兩者之區別，且爲明瞭各品種因溫度而引起之變異，以各品種之不同抽穗期而決定其生育日數（Y），與生育期中每日之平均溫度（X），幼穗分化期間之平均溫度（Z），並依 Snedecor 氏（1956）公式，由表2求得之結果，計算溫度對一般成長及花芽分化促進之比率（表2）。

表2　不同種植期之溫度對水稻抽穗期與生育日數之影響（臺農61號）

Table 2. The effect of planting date on the growth duration (days) and heading dates of rice as a result of temperature change (Cultivar Tainung No. 61).

浸種期	9月20日	10月20日	11月20日	12月20日	1月20日	2月20日	3月20日	4月10日	5月20日	6月20日	7月20日	8月20日	總計 Total	平均 Mean
抽穗期	4月5日	4月18日	5月15日	5月30日	6月16日	6月28日	7月8日	7月21日	8月22日	9月10日	10月21日	11月8日		
生育日數(y)	197	180	176	161	148	129	110	102	94	82	93	80	1552	129.33
生育期內之平均溫度(x)	19.92	20.86	18.99	18.26	20.50	22.35	24.74	26.34	27.75	28.01	26.68	25.78	280.18	23.35
幼穗分化期間之平均溫度(z)	18.50	19.70	24.71	24.45	24.67	26.51	27.25	28.51	28.18	27.48	25.39	24.47	299.82	24.99

n＝12　（所有變數之對數）

P＝2　（獨立變數之種類、數目）

S　代表平方和及乘積和

1.平方和及乘積和

$Sy^2=19038.67$　　$Sxy=-1501.28$

$Sx^2=140.95$　　$Syz=-1103.19$

$Sz^2=107.18$　　$Sxz=78.18$

2.部份迴歸係數及對 $\bar{y}$ 之百分率

$$byx \cdot z=\frac{(-1501.28)\ (107.18)-(-1103.19)\ (78.18)}{(140.95)\ (107.18)-(78.18)^2}=-8.3 \qquad 6\%$$

$$byz \cdot x=\frac{(-1103.19)\ (140.95)-(-1501.28)\ (78.18)}{(140.95)\ (107.18)-(78.18)^2}=-4.24 \qquad 3\%$$

3.迴歸之顯著性測驗

Sye^2（迴歸平方和）$==(-8.3)\ (-1501.28)+(-4.24)\ (-1103.19)=17138.15$

Sye^2（變量）$=\frac{17138.15}{2}=8569.07$

Sy^2-Sye^2（離迴歸平方和）$=19038.67-17138.15=1900.12$

其變量$=\frac{Sy^2-Sye^2}{N-(p+1)}=\frac{1900.12}{9}=211.12$

$$\therefore F=\frac{Sye^2}{Sy^2-Sye^2}\times\frac{n-(2+1)}{2}=\frac{8569.07}{211.12}=40.58^{**}$$

由計算結果知溫度（X 及 Z）對生育日數有極顯著之迴歸關係，因此進而求出當溫度每增減1°C時，對生育日數（$\bar{y}$）促進之百分率則更明瞭。各次栽培中生育日數之平均爲 129.33日，故迴歸係數用百分率表示時：$byx \cdot z\%=-6.42$，$byz \cdot x\%=-3$ ，可認爲本品種在生育期及幼穗分化期之溫度每昇高 1°C 時（以平均生育日數爲100），則生育日數減少 6 %及 3 %；其餘各品種採用相同方法求出，其結果見表 4 ， 所有參試品種之溫度每昇高 1°C 時，一般成長之促進率爲 5 ～ 8 %；幼穗分化之促進率爲 1 ～ 4 %，表示感溫性品種溫度對一般成長較花芽分化之促進率爲大。

三、不同種植期之溫度對水稻生長及重要農藝性狀之影響由於浸種期不同，隨之而起的不同溫度對秧苗期日數之差異很大，從表 3 可知，一月浸種秧苗期爲57日，六月浸種秧苗期爲 8 日（均由浸種後之第六日起算），如秧苗期內之平均溫度低於 17°C 時，秧苗期日數幾達兩月之久，因溫度低，秧苗生長慢，苗齡未達 4 葉之預定插秧標準。 分蘖期前之總日數亦受溫度之影響很大，溫度低於 20°C 時，開始分蘖前之總日數（由浸種後之第 2 日起算），由39日～102日；如果分蘖期前之溫度在 23°C 以上時，浸種後26日左右即開始分蘖，分蘖速度快，分蘖期亦較短。一般隨溫度之上昇而分蘖速度增加，分蘖期縮短，穗數減少，株高增加速度快，株高較矮。本試驗以第六次浸種者最爲明顯（表 3），生育過程之溫度介於 27°C～28°C 間，秧苗期日數、分蘖開始前之總日數、分蘖期日數、穗數、株高等均顯著減少；穗數減少之原因，可能是高溫分蘖速度加快；株高較矮，可能係生育初期溫度高，株高增高速度快，營養成長期較短之影響，此與岡、盧（1955）之結果相同，並採用迴歸方法，計算溫度增加1°C時對各重要農藝性狀之促進率。

表 3　不同種植期之溫度（°C）對水稻生長及重要農藝性狀之影響

Table 3. The effect of planting date on the growth and some agronomic characteristics of rice as a result of temperature change (Cultivar Tainung No. 61).

浸種期		1月20日	2月20日	3月20日	4月10日	5月20日	6月20日	7月20日	8月20日	9月20日	10月20日	11月20日	12月20日	總計 Total	平均 Mean
插秧期		3月22日	3月27日	4月15日	4月27日	6月5日	7月3日	8月9日	9月4日	10月5日	11月6日	12月18日	2月7日		
分蘗開始期		4月13日	4月18日	4月29日	5月9日	6月19日	7月13日	8月19日	9月14日	10月16日	11月27日	2月9日	4月2日		
抽穗期		6月16日	6月28日	7月8日	7月21日	8月22日	9月10日	10月21日	11月8日	4月5日	4月18日	5月15日	5月30日		
秧苗期日數	y_1	57	31	21	12	11	8	15	10	10	12	23	44	254	21.17
秧苗期內之平均溫度	x_1	15.98	16.20	19.44	23.02	26.66	28.76	27.76	28.12	25.63	24.40	18.61	16.33	270.91	22.58
分蘗開始前之總日數	y_2	83	57	39	28	29	22	29	24	25	37	80	102	555	46.25
分蘗開始前之平均溫度	x_2	16.78	17.78	20.72	24.08	26.44	28.76	27.53	28.08	24.94	22.59	17.28	17.24	272.22	22.69
分蘗期日數	y_3	36	37	41	47	51	38	38	43	58	127	75	43	634	52.83
分蘗期內之平均溫度	x_3	24.33	24.10	25.33	26.09	28.36	27.59	27.24	25.29	22.08	18.07	20.48	23.80	292.76	24.40
株高平均一日增加數	y_4	1.16	1.22	1.49	1.32	1.32	1.35	1.13	1.19	0.57	0.34	0.49	0.77	12.35	1.03
株高平均一日增加數內之平均溫度	x_4	23.82	24.18	24.64	26.35	28.30	27.83	27.07	25.03	21.88	18.84	19.35	21.34	288.63	24.05
分蘗平均一日增加數	y_5	0.36	0.35	0.37	0.34	0.34	0.26	0.39	0.36	0.17	0.13	0.17	0.27	3.51	0.29
分蘗平均一日增加數內之平均溫度	x_5	24.49	24.28	25.34	26.29	28.36	27.69	26.94	24.81	21.65	18.94	20.59	23.33	292.71	24.39
穗數	y_6	15.40	14.75	15.79	18.80	17.90	11.20	16.65	15.45	15.42	17.80	13.00	14.31	186.47	15.54
株高	y_7	113.5	117.7	103.1	99.7	92.9	88.6	112.1	83.6	84.4	100.8	108.4	103.9	1208.7	100.73
生育期內之平均溫度	x	20.50	22.35	24.74	26.34	27.75	28.01	26.68	25.78	19.92	20.86	18.99	18.26	280.18	23.35

1. 平方和及乘積和：

$Sy_1^2=3440.33$　$Sx_1^2=274.12$　$Sy_1x_1=-720.13$

$Sy_2^2=8314.25$　$Sx_2^2=232.29$　$Sy_2x_2=-1229.68$

$Sy_3^2=7363.67$　$Sx_3^2=99.71$　$Sy_3x_3=-682.85$

$Sy_4^2=1.62$　$Sx_4^2=109.42$　$Sy_4x_4=11.67$

$Sy_5^2=0.1$　$Sx_5^2=90.64$　$Sy_5x_5=2.24$

$Sy_6^2=50.06$　$Sx^2=140.95$　$Sy_6x=-17.78$

$Sy_7^2=1424.44$　$Sy_7x=-130.41$

2. 迴歸係數及對 $\bar{y}$ 之百分率

（1）秧苗期日數之溫度反應：

$$by_1x_1=\frac{Sy_1x_1}{Sx_1^2}=\frac{-720.13}{274.12}=-2.63 \qquad by_1x_1\%=-12$$

（2）分蘗開始前之總日數之溫度反應：

$$by_2x_2=\frac{Sy_2x_2}{Sx_2^2}=\frac{-1229.68}{232.29}=-5.29 \qquad by_2x_2\%=-11$$

（3）分蘗期日數之溫度反應：

$$by_3x_3=\frac{Sy_3x_3}{Sx_3^2}=\frac{-682.85}{99.71}=-6.85 \qquad by_3x_3\%=-13$$

（4）株高（或苗長）平均一日增加數之溫度反應：

$$by_4x_4=\frac{Sy_4x_4}{Sx_4^2}=\frac{11.67}{109.42}=0.11 \qquad by_4x_4\%=11$$

（5）分蘗平均一日增加數之溫度反應：

$$by_5x_5=\frac{Sy_5x_5}{Sx_5^2}=\frac{2.24}{90.64}=0.02 \qquad by_5x_5\%=7$$

（6）穗數之溫度反應：

$$by_6x=\frac{Sy_6x}{Sx^2}=\frac{-17.78}{140.95}=-0.1261 \qquad by_6x\%=-0.81$$

（7）株高之溫度反應：

$$by_7x=\frac{Sy_7x}{Sx^2}=\frac{-130.41}{140.95}=-0.9252 \qquad by_7x\%=-0.92$$

由以上迴歸關係可看出，每當溫度增高 1°C時，秧苗期日數、分蘗開始前之總日數、分蘗期日數等，分別減少12%、11%、13%。穗數及株高減少0.81%及0.92%（不顯著），但苗長及分蘗增加速度分別促進11%及 7 %，雖有促進之效果，穗數及株高反而減少（表3，六月二十日浸種者最明顯），其原因前已述及。其餘各品種之觀察結果，其影響大致相同，列於表 4 。

表 4　水稻品種感溫性對各生長性狀之促進百分率

Table 4. The photosensitivity (expressed as T. D. M.) and the effect of temperature on the acceleration rate of various growth aspects of 17 rice cultivars.

品種名稱	T D M	byx.z%	byz.x%	by_1x_1%	by_2x_2%	by_3x_3%	by_4x_4%	by_5x_5%	by_6x%	by_6x%
1.臺農61號	34	6	3	−12	−11	−13	11	7	−0.81	−0.92
2.臺北309號	17	6	3	− 8	−10	−12	10	10	1	−1
3.臺北311號	17	8	1	−12	− 6	− 7	10	8	−1	0.1
4.新竹矮脚尖	11	7	1	−14	− 9	− 6	12	9	1	0.6
5.新竹56號	34	7	1	−11	−11	− 8	11	9	0.6	−0.1
6.新竹62號	17	7	1	− 7	− 8	−11	9	10	0.3	−0.4
7.新竹63號	43	5	4	− 8	−12	− 6	16	13	−0.3	1.2
8.臺中65號	27	6	3	−11	− 8	−14	10	8	−0.7	−0.4
9.臺南 5 號	21	7	2	− 9	−10	−12	10	11	0.4	0.7
10.南改育43號	37	7	2	−10	− 6	−12	10	10	1.2	−1.1
11. C 226	17	6	4	− 9	−11	− 7	11	11	0.2	0.8
12. C 233	7	6	3	− 6	− 9	− 9	10	9	0.9	0.01
13. C 236	7	6	3	−10	−11	− 8	9	11	0.5	0.2
14.高雄137號	8	6	3	−11	−12	−10	11	10	−0.6	0.8
15.高雄138號	11	7	2	−12	− 8	− 6	9	8	0.3	−0.3
16.高雄育420號	10	7	1	− 9	− 9	−11	11	10	1.4	−0.4
17.花蓮18號	3	7	2	− 6	−10	− 8	10	8	0.5	−1.6

討　論

稻之生長，包括生育日數、分蘗數、穗數及株高等，雖因土壤、施肥量及栽培法之不同而發生變化，但此等條件一致時，又因日長與溫度之變化而變異。稻生育日數之長短受感光性及感溫性之影響 Matuo and Kakajima (1960) ，岡與盧 (1953) 及謝與張 (1975) 諸氏已有研究。

在本研究中已知供試品種中，除臺農61號、新竹56號、新竹63號及南改育43號對感光性爲中感外，其他品種如臺北309號、臺北311號、新竹62號、臺中65號、臺南 5 號及 C226 等爲鈍感品種；其中新竹矮脚尖、C233、C236、高雄137號、高雄138號、高雄育420號及花蓮18號等爲極鈍感品種，可見目前臺灣各試驗場所選拔品種時均以鈍感品種爲目標，因此適應性較廣。關於溫度之影響，一般而言，高溫可以促進生長而提早開花，低溫可使抽穗期延遲 (Kakizaki 1938, Sircar 1948, Phillis 1965, 岡與盧1953) 。感溫性品種之抽穗期受不同溫度之影響而發生變化，本研究材料 (稉稻) 對溫度之反應，與岡氏 (1953) 研究大陸型品種羣較海島型品種羣之 byx•z (一般成長感溫性) 爲較大，而 byz•x (花芽分化之感溫性) 則有較小之傾向相同。據謝與張 (1975) 報告，感溫性有品種間之差異，同時容易以人工方法誘變，使其感溫性程度發生變異，由此點而觀，感溫性與感光性同時受基因之控制。

溫度除可促進花芽分化外，對水稻之一般生長影響亦甚大。本研究材料，每當溫度增加 1°C時，對一般營養生長之促進率爲 6 ～ 8 %，進一步分析時可知在生育前期溫度增加 1°C時，可促進苗期株高 9 ～16%，分蘖數 7 ～13%，因品種不同而不同。在生育後期，溫度增加促進株高及穗數之效果不明顯，對株高增加0.1～0.8%，有時反而抑制株高之生長，例如臺農61號減少0.92%，花蓮18號減少1.6%；對穗數（有效分蘖數）增加0.2～1.2%，亦有減少之現象，如臺北311號減少 1 %，臺農61號減少0.8%。

臺灣第二期作之溫度由高而低，光照由多而少，在此種環境下如何使稻之分蘖數增加，不致因溫度之高低而使有效分蘖數減少，乃爲提高第二期作稻產量之要訣。對分蘖數之感溫性較鈍感之遺傳型品種之選拔，乃爲非常重要之課題。一般營養生長之感溫性與分蘖之感溫性實際上不易分開，分蘖數爲分蘖速度與分蘖期間之積所構成，分蘖數在部份品種雖依溫度之上昇而減少，但其程度品種間有顯著差異一事，可能因爲溫度上昇，速度之增加與期間之減少程度，因品種不同而不同之故。據岡與盧（1955）之報告，臺灣秈稻在本省氣候環境下能產生最大的分蘖數，係由於對分蘖數增加之適應性較大之故；臺灣之稉稻在第二期作之條件下分蘖數減少，可能因爲此等溫帶品種對第二期作分蘖期間之高溫適應性較小之故。基於此點，稉稻之育種目標，應從適應於第二期作栽培之感溫性較弱的品種着手，選用感溫性較低的秈稻爲雜交親本，進行秈×稉稻雜交，可能較有效果。

參 考 文 獻

1. 岡彥一、盧英權（1953）：稻系統發生的分化　Ⅲ感光性感溫性及其基本生育日數之品種間變異 。臺灣省立農學院農林學報第二輯。1 —20
2. 岡彥一、盧英權（1955）：稻之分蘖、稈長、穗長對於溫度反應與其品種間的變異 。臺灣省立農學院農林學報第四輯。1—18
3. 李水龍、湯文通（1963）：臺灣水稻第二期作單位面積產量不如第一期作之原因及改進方法。科學農業11（1、2）9—33
4. 施保華（1964）：大豆光期試驗1.光期長短對大豆之營養生長及生殖生長之影響 。2.大豆花芽分化期之測定。中華農學會報新第四十七期。37—48
5. Hsieh, S. C. & T. M. Chang, 1975. Radiation induced variations in photoperiod-sensitivity,thermo-sensitivity and the number of days to heading in rice. Euphytica 24 (1975) 487-496
6. Kakizaki, Y., 1938. A comment on growth physiology and yield of rice plants. Agric. Hort. 13: 7-14 (In Japanese).
7. Matuo, T. & T. Nakajima, 1960. Genetical studies on heading in rice plants. I. Characteristics of some mutants strains on heading time induced by X-ray or gamma rays. Jap. J. Breed. 10: 137-142.
8. Phillis, E., 1965. The effect of the photo- and thermo-periods on the growth of rice. CSIRO, Division of Land Res. Regional Survey , Canberra, tech. Memo. 65/2:6p.
9. Sircar, S. M., 1948. Vernalization and photoperiodism in the tropics. Vernalization and photoperiodism- A Symposium: 121-128. Chronica Botanica, Waltham. Mass.
10. Snedecor, G. W., 1946. Statistical Methods. 4th Ed.
11. Yu, C. J. & Y. T. Yao, 1969. Photoperiodic studies on rice. V. The index of daylength sensitivities of certain varieties of rice. Bot. Bull. Acad. Sin. 10:51-69.

RESPONSES OF GROWTH RATE AND MAJOR AGRONOMIC CHARACTERS OF RICE VARIETIES TO DAY-LENGTH AND TEMPERATURE

by

Te-mei Chang

SUMMARY

Some 17 commercial rice varieties in Taiwan were seeded monthly from 20th January to 20th December in 1973-1974. Measurements were recorded in regard to the rate of tillering and rate of culm elongation ; the relation between the date of heading and the length of growth period (from germination to heading) was also investigated. The rates of temperature responses concerning these characters were estimated from their regression on temperature of the corresponding growing period.

For measuring the sensitivity to day-length, the ratio of the shortening of growth period to an unit shortening of day-length at the time of flower bud formation (assumed as 35 days before heading) was calculated on each variety. This ratio varied in the same variety with the day-length ; the day-length at which the ratio was largest, the angle the tangent of which was corresponding to the largest ratio was used as a measure of the sensitivity to day-length (named as T.D.M.). All the varieties used in this study were insensitive to day-length.

The response to temperature was measured by the following method : (1) to find out on each variety the length of growth period at different dates of heading (y), average temperatures of respective growth periods (x), and average temperature at the time of flower bud formation (35-15 days before the heading) (z) ; and (2) to calculate the percentage of partial regression coefficients byx. z and byz. x to the average of the length of growth period. byx. z and byz. x will stand for the rates of accelaration of general growth and flower bud formation by the rise of 1°C respestively. The day-length insensitive varieties were generally larger in byx. z (the rate of acceleration of general growth by the rise of 1°C) and smaller in byz. x (the rate of hastening of flower bud formation). A negative correlation was found between byx. z and byz. x.

Within the range of 27°C-28°C, the higher is the temperature, the faster is the tillering rate (daily increase), but the tillering period is shortened, so that the final number of tillers generally decreases with the rise of temperature.

When temperature increased 1°C both the plant height and tiller number were increased by 10%. But when temperature was kept at 27°C-28°C for all the vegetative stage, the vegetative period was shortened and the plant height and tiller number were decreased accordingly.

Temperature also affected the growth of seedlings. When temperature was 15°C-16°C it took 31-57 days (exclude the 5 days incubation) for the seedlings to mature. When temperature increased to 28°C only 8 to 15 days were needed.